

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年1月14日(14.01.2021)



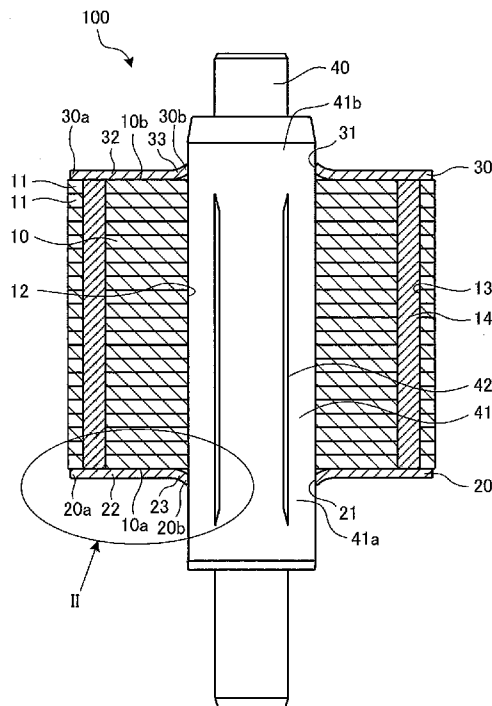
(10) 国際公開番号

**WO 2021/005794 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H02K 1/28* (2006.01) *H02K 15/02* (2006.01)  
*H02K 1/27* (2006.01) *H02K 15/03* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/027569
- (22) 国際出願日: 2019年7月11日(11.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡崎 正文 (OKAZAKI, Masafumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).  
阿久津 悟 (AKUTSU, Satoru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: ROTOR FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 回転電機のロータ及びその製造方法



(57) Abstract: This rotor for a rotary electric machine is provided with: a rotor core; an end plate provided to an end section of the rotor core in the axial direction of the rotor core; and a shaft that axially passes through each of the rotor core and the end plate, wherein the end plate has an annular flat plate part making contact with the rotor core, and a warped part that is provided closer to the inner peripheral side than the flat plate part and makes contact with the shaft, and the warped part is warped so as to be farther away from the flat plate part, as being farther away from the rotor core in the radial direction cross section of the end plate.

(57) 要約: 回転電機のロータは、ロータコアと、ロータコアの軸方向においてロータコアの端部に設けられた端板と、ロータコア及び端板のそれぞれを軸方向に沿って貫通したシャフトと、を備え、端板は、ロータコアに接触した環状の平板部と、平板部よりも内周側に設けられシャフトに接触した反り部と、を有しており、反り部は、端板の径方向断面において、平板部から離れるほどロータコアから離れるように反っている。

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

発明の名称： 回転電機のロータ及びその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ロータコアと端板とを備えた回転電機のロータ及びその製造方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、積層コアと、積層コアの軸方向両側に配置された一対の端板と、を有する電動機ロータの製造方法が記載されている。この製造方法は、板厚方向で弾性を有するように皿状に形成された端板の貫通孔に回転軸を嵌入する工程と、端板を弾性変形させた状態で端板を積層コアの端部に接触させる工程と、を有する。特許文献1には、この製造方法によれば、端板の弾性復元力によって積層コアの端部と端板とが接触した状態を保持することができることが記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-178253号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の製造方法では、端板があらかじめ皿状に形成されている。このため、例えば上記の各工程において端板に反り又は歪みなどの変形が生じてしまうと、端板における所望の弾性力が得られなくなる。したがって、端板と積層コアとが必ずしも密着せず、端板と積層コアの端部との間に隙間が生じてしまう場合があるという課題があった。

[0005] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、端板とロータコアとをより確実に密着させることができる回転電機のロータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る回転電機のロータは、ロータコアと、前記ロータコアの軸方向において前記ロータコアの端部に設けられた端板と、前記ロータコア及び前記端板のそれぞれを前記軸方向に沿って貫通したシャフトと、を備え、前記端板は、前記ロータコアに接触した環状の平板部と、前記平板部よりも内周側に設けられ前記シャフトに接触した反り部と、を有しており、前記反り部は、前記端板の径方向断面において、前記平板部から離れるほど前記ロータコアから離れるように反っている。

本発明に係る回転電機のロータの製造方法は、ロータコアが取り付けられたシャフトにおいて前記ロータコアの一端側に位置する第1圧入部を、治具に支持された平板状の第1端板の第1貫通孔に圧入する工程を有し、前記治具は、前記第1端板を支持する平面部と、前記平面部に囲まれた位置に形成され、前記第1貫通孔の直径及び前記第1圧入部の直径のいずれよりも大きい直径を有し、前記平面部と垂直な方向に延伸した穴部と、前記穴部の内周面と前記平面部との間に形成されたテーパ面と、を有している。

### 発明の効果

[0007] 本発明によれば、端板とロータコアとをより確実に密着させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1に係る回転電機のロータの構成を示す断面図である。

[図2]図1のⅠⅠ部を拡大して示す断面図である。

[図3]本発明の実施の形態1の比較例に係る回転電機のロータの構成を示す断面図である。

[図4]本発明の実施の形態1に係る回転電機のロータの製造方法に用いられる第1端板の構成を示す平面図である。

[図5]本発明の実施の形態1に係る回転電機のロータの製造方法に用いられるシャフトの第1圧入部の構成を示す断面図である。

[図6]図5のⅤⅤ部を拡大して示す断面図である。

[図7]本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータの製造方法に用いられる第２端板の構成を示す平面図である。

[図8]図７のV I I I部を拡大して示す平面図である。

[図9]本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータの製造方法に用いられるシャフトの第２圧入部の構成を示す断面図である。

[図10]本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータの製造工程を示す断面図である。

[図11]本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータの製造工程を示す断面図である。

[図12]図１１のX I I部を拡大して示す断面図である。

[図13]本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータの製造工程を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0009] 実施の形態１．

本発明の実施の形態１に係る回転電機のロータ及びその製造方法について説明する。まず、本実施の形態に係る回転電機のロータの構成について図１及び図２を用いて説明する。図１は、本実施の形態に係る回転電機のロータ１００の構成を示す断面図である。図２は、図１のI I部を拡大して示す断面図である。図１及び図２では、ロータコア１０、第１端板２０及び第２端板３０の径方向断面が示されている。本実施の形態では、永久磁石１４が内部に埋め込まれたＩＰＭ（Interior Permanent Magnet）方式のロータ１００を例示している。

[0010] 図１及び図２に示すロータ１００は、インナーロータ型の回転電機の一部を構成している。インナーロータ型の回転電機は、ロータ１００と、ロータ１００の外周側に配置される不図示のステータと、を備える。ロータ１００は、不図示の軸受により、ステータに対して回転自在に支持されている。ロータ１００は、ロータコア１０、第１端板２０、第２端板３０及びシャフト４０を備えている。第１端板２０は、ロータコア１０の軸方向においてロー

タコア１０の一端部に設けられている。第２端板３０は、上記軸方向においてロータコア１０の他端部に設けられている。シャフト４０は、ロータコア１０、第１端板２０及び第２端板３０のそれぞれを上記軸方向に沿って貫通している。

[0011] シャフト４０は、大径部４１を軸方向の一部に有している。大径部４１は、シャフト４０の他の部分よりも大きい直径を有している。大径部４１には、ロータコア１０、第１端板２０及び第２端板３０が固定される。大径部４１は、第１端板２０に圧入される第１圧入部４１ａと、第２端板３０に圧入される第２圧入部４１ｂと、を有している。第１圧入部４１ａ及び第２圧入部４１ｂのそれぞれは、軸方向における大径部４１の一部である。後述するように、大径部４１の外周面には、軸方向に延びた第１突起４２が形成されている。

[0012] ロータコア１０は、複数の電磁鋼板１１が積層された構成を有している。ロータコア１０は、全体として円筒状の形状を有している。ロータコア１０の中心部には、軸方向に貫通した貫通孔１２が形成されている。ロータコア１０の貫通孔１２には、シャフト４０の大径部４１が圧入又は焼嵌めにより取り付けられている。これにより、ロータコア１０はシャフト４０に対して固定されている。ロータコア１０において貫通孔１２よりも外周側には、それぞれ軸方向に貫通した複数の磁石挿入孔１３が形成されている。磁石挿入孔１３のそれぞれには、永久磁石１４が挿入されている。磁石挿入孔１３のそれぞれの軸方向一端部は、第１端板２０によって閉塞されている。磁石挿入孔１３のそれぞれの軸方向他端部は、第２端板３０によって閉塞されている。

[0013] 第１端板２０及び第２端板３０のそれぞれは、円板状の形状を有している。第１端板２０及び第２端板３０は、ＳＵＳ３０４等の非磁性材料により形成されている。第１端板２０及び第２端板３０が非磁性材料により形成されるのは、永久磁石１４の磁束が第１端板２０又は第２端板３０に漏れて磁力が低下するのを防ぐためである。

- [0014] 第1端板20の中心部には、軸方向に貫通した第1貫通孔21が形成されている。第1貫通孔21には、シャフト40の第1圧入部41aが圧入されている。これにより、第1端板20は、シャフト40に対して固定されている。
- [0015] 第1端板20は、ロータコア10の軸方向一端側の端面10aと接触した平板部22を有している。平板部22は、環状の形状を有している。平板部22は、当然ながらシャフト40の第1圧入部41aよりも外周側に設けられている。平板部22は、第1圧入部41aを中心とした周方向において全周にわたって設けられている。平板部22の表面とロータコア10の端面10aとは、隙間なく面接触している。平板部22の外周側端部すなわち第1端板20の外周側端部20aは、軸方向に沿って見たとき、ロータコア10の外周面よりも内周側に位置している。
- [0016] また、第1端板20は、平板部22よりも内周側であってシャフト40の第1圧入部41aよりも外周側に設けられた反り部23を有している。反り部23の内周側端部すなわち第1端板20の内周側端部20bは、第1圧入部41aの外周面と接触している。反り部23は、第1圧入部41aを中心とした周方向において全周にわたって設けられている。反り部23は、図1及び図2に示すような第1端板20の径方向断面において、平板部22から離れるほど、すなわちシャフト40に近づくほど、ロータコア10の端面10aから離れるように反っている。また、反り部23は、上記径方向断面において、平板部22に連続的かつ滑らかに接続されているとともに、ロータコア10側が凸となるように湾曲している。反り部23の幅すなわち反り部23の径方向寸法は、平板部22の幅すなわち平板部22の径方向寸法よりも小さくなっている。
- [0017] 反り部23が設けられていることにより、平板部22は、第1端板20の内周側端部20bを支点として、第1端板20自身の弾性力によりロータコア10の端面10aに押し付けられる。このため、平板部22は、ロータコア10の端面10aに隙間なく密着している。

- [0018] 第1端板20と同様に、第2端板30の中心部には、軸方向に貫通した第2貫通孔31が形成されている。第2貫通孔31には、シャフト40の第2圧入部41bが圧入されている。これにより、第2端板30は、シャフト40に対して固定されている。
- [0019] 第2端板30は、ロータコア10の軸方向他端側の端面10bと接触した平板部32を有している。平板部32は、環状の形状を有している。平板部32は、当然ながらシャフト40の第2圧入部41bよりも外周側に設けられている。平板部32は、第2圧入部41bを中心とした周方向において全周にわたって設けられている。平板部32の表面とロータコア10の端面10bとは、隙間なく面接触している。平板部32の外周側端部すなわち第2端板30の外周側端部30aは、軸方向に沿って見たとき、ロータコア10の外周面よりも内周側に位置している。
- [0020] また、第2端板30は、平板部32よりも内周側であってシャフト40の第2圧入部41bよりも外周側に設けられた反り部33を有している。反り部33の内周側端部すなわち第2端板30の内周側端部30bは、第2圧入部41bの外周面と接触している。反り部33は、第2圧入部41bを中心とした周方向において全周にわたって設けられている。反り部33は、図1に示すような第2端板30の径方向断面において、平板部32から離れるほど、すなわちシャフト40に近づくほど、ロータコア10の端面10bから離れるように反っている。また、反り部33は、上記径方向断面において、平板部32に連続的かつ滑らかに接続されているとともに、ロータコア10側が凸となるように湾曲している。反り部33の幅すなわち反り部33の径方向寸法は、平板部32の幅すなわち平板部32の径方向寸法よりも小さくなっている。
- [0021] 反り部33が設けられていることにより、平板部32は、第2端板30の内周側端部30bを支点として、第2端板30自身の弾性力によりロータコア10の端面10bに押し付けられる。このため、平板部32は、ロータコア10の端面10bに隙間なく密着している。

[0022] このように、第1端板20の平板部22はロータコア10の端面10aに密着しており、第2端板30の平板部32はロータコア10の端面10bに密着している。つまり、ロータコア10は、第1端板20及び第2端板30によって軸方向両端側から押し付けられる。これにより、回転電機の運転中において、ロータコア10の軸方向両端部に位置する電磁鋼板11が電磁力によって振動してしまうのを抑えることができる。また、これにより、永久磁石14の軸方向位置を規制することができる。したがって、回転電機の運転中に生じる騒音を抑制することができる。

[0023] ここで、第1端板20及び第2端板30のそれぞれがロータコア10に密着していない状態について、比較例を用いて説明する。図3は、本実施の形態の比較例に係る回転電機のロータ200の構成を示す断面図である。図3に示す比較例の構成においても、第1端板20及び第2端板30のそれぞれは、圧入によってシャフト40に固定されている。しかしながら、比較例の構成では、第1端板20及び第2端板30のそれぞれの外周側がロータコア10から離れる方向に反った状態になっている。その結果、第1端板20とロータコア10の端面10aとの間には隙間201が形成され、第2端板30とロータコア10の端面10bとの間には隙間202が形成される。これは、圧入前にそれぞれ平板状に形成されていた第1端板20及び第2端板30が、圧入の際に生じた応力によって変形したためである。第1端板20及び第2端板30のような平板状部材の中心孔の周囲に局所的に力を加え、シャフト40のような円柱状部材に当該平板状部材を圧入した場合、平板状部材の外周側には、平板状部材に加えられる力の向きとは逆側への反りが生じることが知られている。図3に示すような状態になると、回転電機の運転中においてロータコア10の軸方向両端部に位置する電磁鋼板11が電磁力によって振動してしまうことに加え、永久磁石14の軸方向位置を規制することができなくなってしまう。

[0024] 次に、本実施の形態に係る回転電機のロータの製造方法について図4～図13を用いて説明する。図4は、本実施の形態に係る回転電機のロータの製

造方法に用いられる第1端板20の構成を示す平面図である。図4では、ロータ100が組み立てられる前の部品としての第1端板20の構成が示されている。

[0025] 図4に示すように、第1端板20は、円板状かつ平板状の形状を有している。第1端板20の中心部には、シャフト40の第1圧入部41aが圧入される第1貫通孔21が形成されている。第1貫通孔21は真円状の断面形状を有している。すなわち、第1貫通孔21の内周面には、半径方向内側に突出した突起、及び半径方向外側に窪んだ凹部が形成されていない。

[0026] 図5は、本実施の形態に係る回転電機のロータの製造方法に用いられるシャフト40の第1圧入部41aの構成を示す断面図である。図5では、ロータ100が組み立てられる前の部品としてのシャフト40を軸方向と垂直な平面で切断した構成が示されている。図6は、図5のV1部を拡大して示す断面図である。

[0027] 図5及び図6に示すように、シャフト40の第1圧入部41aの外周面には、それぞれ半径方向外側に突出した複数の第1突起42が形成されている。図1に示したように、第1突起42のそれぞれは、軸方向に沿って、シャフト40の大径部41のうちロータコア10に圧入される部分にまで延びている。第1突起42は、シャフト40がロータコア10に圧入された際の固定力を確保する機能と、シャフト40が第1端板20に圧入された際の固定力を確保する機能と、を有している。隣接する2つの第1突起42の間には、圧入の際に第1突起42によって削られたロータコア10の破片を収容し得る凹部43が形成されている。大径部41の外周面には、2つの第1突起42及び1つの凹部43の組が、周方向に等間隔で複数組設けられている。

[0028] ここで、図4に示した第1端板20の第1貫通孔21の直径をD1とする。第1圧入部41aのうち、第1突起42及び凹部43がいずれも形成されていない円筒部分の直径をD2とする。シャフト40の中心軸を中心として複数の第1突起42に外接する外接円の直径をD3とする。このとき、直径D1、直径D2及び直径D3は、 $D2 \leq D1 < D3$ の関係を満たしている。

上記の関係が満たされることにより、シャフト40の第1圧入部41aが第1端板20に圧入された際の固定力が第1突起42によって確保される。

[0029] 図7は、本実施の形態に係る回転電機のロータの製造方法に用いられる第2端板30の構成を示す平面図である。図7では、ロータ100が組み立てられる前の部品としての第2端板30の構成が示されている。図8は、図7のVⅠⅠ部を拡大して示す平面図である。

[0030] 図7及び図8に示すように、第2端板30は、円板状かつ平板状の形状を有している。第2端板30の中心部には、シャフト40の大径部41が圧入される第2貫通孔31が形成されている。第2貫通孔31の内周面には、それぞれ半径方向内側に突出した複数の第2突起34が形成されている。

[0031] 図9は、本実施の形態に係る回転電機のロータの製造方法に用いられるシャフト40の第2圧入部41bの構成を示す断面図である。図9では、ロータ100が組み立てられる前の部品としてのシャフト40を軸方向と垂直な平面で切断した構成が示されている。

[0032] 図9に示すように、シャフト40の第2圧入部41bは、真円状の断面形状を有している。すなわち、第2圧入部41bの外周面には、半径方向外側に突出した突起、及び半径方向内側に窪んだ凹部が形成されていない。

[0033] ここで、図7に示した第2端板30の第2貫通孔31において、第2突起34が形成されていない円筒部分の直径をD4とする。第2貫通孔31の中心軸を中心として複数の第2突起34に内接する内接円の直径をD5とする。第2圧入部41bの直径をD6とする。このとき、直径D4、直径D5及び直径D6は、 $D5 < D6 \leq D4$ の関係を満たす。上記の関係が満たされることにより、シャフト40が第2端板30に圧入された際の固定力が第2突起34によって確保される。第2圧入部41bの直径D6は、第1圧入部41aの直径D2と同一であってもよい。第2貫通孔31の直径D4は、第1貫通孔21の直径D1と同一であってもよい。

[0034] 本実施の形態では、第1圧入部41a及び第1端板20の構成と、第2圧入部41b及び第2端板30の構成とが異なっている。すなわち、第1圧入

部 4 1 a の外周面には複数の第 1 突起 4 2 が形成されているのに対し、第 2 圧入部 4 1 b の外周面には突起及び凹部が形成されていない。また、第 1 端板 2 0 の第 1 貫通孔 2 1 の内周面には突起及び凹部が形成されていないのに対し、第 2 端板 3 0 の第 2 貫通孔 3 1 の内周面には複数の第 2 突起 3 4 が形成されている。これは、軸方向において、複数の第 1 突起 4 2 が、大径部 4 1 のうちロータコア 1 0 に圧入される部分の全体には設けられておらず、第 2 圧入部 4 1 b まで達していないためである。シャフト 4 0 がロータコア 1 0 に圧入される際、ロータコア 1 0 の内周面は第 1 突起 4 2 によって削られる。第 1 突起 4 2 を第 2 圧入部 4 1 b まで達しないように形成することによって、削られたロータコア 1 0 の破片をロータコア 1 0 の内部に留めておくことができる。

[0035]   ただし、第 2 圧入部 4 1 b 及び第 2 端板 3 0 の構成は、第 1 圧入部 4 1 a 及び第 1 端板 2 0 の構成と同様であってもよい。すなわち、第 2 圧入部 4 1 b の外周面にも第 1 圧入部 4 1 a と同様に第 1 突起 4 2 が形成され、第 2 貫通孔 3 1 も第 1 貫通孔 2 1 と同様に真円状の断面形状を有していてもよい。あるいは、第 1 貫通孔 2 1 の内周面にも第 2 貫通孔 3 1 と同様に第 2 突起 3 4 が形成され、第 1 圧入部 4 1 a も第 2 圧入部 4 1 b と同様に真円状の断面形状を有していてもよい。

[0036]   次に、本実施の形態に係る回転電機のロータ 1 0 0 の製造工程について説明する。図 1 0、図 1 1 及び図 1 3 は、本実施の形態に係る回転電機のロータ 1 0 0 の製造工程を示す断面図である。図 1 2 は、図 1 1 の X I I 部を拡大して示す断面図である。図 1 0 ～図 1 3 では、ロータ 1 0 0 の製造工程の一部として、シャフト 4 0 の第 1 圧入部 4 1 a を第 1 端板 2 0 に圧入する工程が示されている。図 1 0 ～図 1 3 に示す工程では、既に第 2 圧入部 4 1 b には第 2 端板 3 0 が圧入によって取り付けられている。ただし、第 2 圧入部 4 1 b を第 2 端板 3 0 に圧入する工程は、第 1 圧入部 4 1 a を第 1 端板 2 0 に圧入する工程よりも後に行われるようにしてもよい。第 2 圧入部 4 1 b を第 2 端板 3 0 に圧入する工程は、第 1 圧入部 4 1 a を第 1 端板 2 0 に圧入す

る工程と同様に行うことができる。

[0037] 図10は、シャフト40が第1端板20に圧入される前の状態を示している。図10に示すように、シャフト40の第1圧入部41aを第1端板20に圧入する工程では、まず、平板状の第1端板20が治具50に支持される。治具50は、第1端板20を支持する平面部51と、平面部51に囲まれた位置に形成され平面部51と垂直な方向に延伸した円筒状の穴部52と、を有している。穴部52の直径をD7とすると、直径D7は、 $D7 > D1$ の関係及び $D7 > D2$ の関係を満たしている。平面部51と穴部52の内周面との間の角部には、テーパ面53が全周にわたって形成されている。第1端板20は、平面部51と垂直な方向に見て穴部52の中心と第1貫通孔21の中心とが一致するように位置決めされる。

[0038] 図11及び図12は、シャフト40が第1端板20に圧入されている途中の状態を示している。図11及び図12に示すように、シャフト40の第1圧入部41aは、第1端板20の第1貫通孔21に徐々に圧入される。このとき、第1端板20の内周側端部20bは、シャフト40の圧入により生じた応力によって変形する。すなわち、第1端板20の内周側端部20bは、平面部51の内周縁部51aを支点としてテーパ面53に沿って変形する。これにより、第1端板20の内周側端部20bには、シャフト40の圧入方向への反りが生じる。このため、第1端板20の内周側には反り部23が形成される。一方、第1端板20の外周側端部20aは、内周縁部51aを支点として平面部51から浮き上がる。外周側端部20aと平面部51の間には、隙間54が形成される。これらのことにより、第1端板20は全体として、ロータコア10から離れる方向に凸となる皿ばね状の形状に変形する。

[0039] 図13は、第1端板20へのシャフト40の圧入が完了した状態を示している。図13に示すように、第1端板20のうち反り部23よりも外周側の部分は、ロータコア10の端面10aと治具50の平面部51とに挟まれて平板状の形状に変形する。これにより、第1端板20には平板部22が形成

される。平板部 22 は、第 1 端板 20 自身の弾性力により、内周側端部 20b を支点としてロータコア 10 の端面 10b に押し付けられる。このため、平板部 22 は、ロータコア 10 の端面 10a に隙間なく密着する。ここで、第 1 端板 20 の弾性力は、シャフト 40 の圧入に伴い第 1 端板 20 自身が皿ばね状の形状に変形したことによって得られている。第 1 端板 20 が皿ばね状の形状に変形するのは、主に、治具 50 に設けられたテーパ面 53 の作用によるものである。

[0040] 特許文献 1 に記載された電動機ロータの製造方法では、ロータコアと端板とを密着させるために、圧入前にあらかじめ皿ばね状に成型された端板が用いられている。しかしながら、この製造方法では、端板をシャフトに圧入する際、ロータコアとは反対側への反りが端板に生じ得る。このため、端板の形状ばらつきが大きくなり、端板において所望の弾性力が得られなくなる場合がある。これにより、端板とロータコアとの間に隙間が生じてしまう場合があるという問題点があった。さらに、端板を皿ばね状に成型する工程が新たに必要になるため、製造工程の増加によりロータの製造コストが増加してしまうという問題点もあった。

[0041] また、通常、回転電機において平板状の端板をロータコアに密着させるためには、リベット、ボス等の別部品が必要であった。このため、部品点数及び製造工程の増加により、ロータの製造コストが増加してしまうという問題点があった。

[0042] これに対し、本実施の形態では、第 1 端板 20 及び第 2 端板 30 のそれぞれが自身の弾性力によってロータコア 10 に隙間なく密着するようになっている。これにより、回転電機の運転中において、ロータコア 10 の軸方向両端部に位置する電磁鋼板 11 が電磁力によって振動してしまうのを抑えることができる。また、これにより、永久磁石 14 の軸方向位置を規制することができる。したがって、回転電機の運転中に生じる騒音を抑制することができる。さらに、本実施の形態では、第 1 端板 20 及び第 2 端板 30 のそれぞれに平板状の部品を用いることができるとともに、リベット、ボス等の別部

品を追加する必要もない。したがって、ロータ１００の製造工程の簡略化及びロータ１００の製造コストの低減を実現することができる。

[0043] 以上説明したように、本実施の形態に係る回転電機のロータ１００は、ロータコア１０、第１端板２０及びシャフト４０を備えている。第１端板２０は、ロータコア１０の軸方向においてロータコア１０の端部に設けられている。シャフト４０は、ロータコア１０及び第１端板２０のそれぞれを軸方向に沿って貫通している。第１端板２０は、ロータコア１０に接触した環状の平板部２２と、平板部２２よりも内周側に設けられシャフト４０に接触した反り部２３と、を有している。反り部２３は、第１端板２０の径方向断面において、平板部２２から離れるほどロータコア１０から離れるように反っている。ここで、第１端板２０は、端板の一例である。

[0044] この構成によれば、第１端板２０の平板部２２は、第１端板２０自身の弾性力によりロータコア１０に押し付けられる。したがって、上記構成によれば、第１端板２０とロータコア１０とをより確実に密着させることができる。

[0045] 本実施の形態に係る回転電機のロータ１００の製造方法は、ロータコア１０が取り付けられたシャフト４０においてロータコア１０の一端側に位置する第１圧入部４１ａを、治具５０に支持された平板状の第１端板２０の第１貫通孔２１に圧入する工程を有する。治具５０は、平面部５１、穴部５２及びテーパ面５３を有している。平面部５１は、第１端板２０を支持するように構成されている。穴部５２は、平面部５１に囲まれた位置に形成され、第１貫通孔２１の直径Ｄ１及び第１圧入部４１ａの直径Ｄ２のいずれよりも大きい直径Ｄ７を有し、平面部５１と垂直な方向に延伸している。テーパ面５３は、穴部５２の内周面と平面部５１との間に形成されている。

[0046] この構成によれば、第１圧入部４１ａを第１貫通孔２１に圧入する工程において、第１端板２０の内周側端部は、テーパ面５３に沿って変形する。これにより、第１端板２０は全体として、皿ばね状の形状に変形する。第１貫通孔２１への第１圧入部４１ａの圧入が完了すると、第１端板２０は、第１

端板 20 自身の弾性力により、ロータコア 10 に押し付けられる。したがって、第 1 端板 20 とロータコア 10 とをより確実に密着させることができる。

[0047] また、本実施の形態に係る回転電機のロータ 100 の製造方法において、第 1 圧入部 41 a の外周面には第 1 突起 42 が形成されており、第 1 貫通孔 21 は断面真円状に形成されている。この構成によれば、第 1 端板 20 とシャフト 40 との間の固定力を第 1 突起 42 によって確保することができる。

[0048] また、本実施の形態に係る回転電機のロータ 100 の製造方法において、第 1 圧入部 41 a は断面真円状に形成されており、第 1 貫通孔 21 の内周面には第 2 突起 34 が形成されている。この構成によれば、第 1 端板 20 とシャフト 40 との間の固定力を第 2 突起 34 によって確保することができる。

[0049] また、本実施の形態に係る回転電機のロータ 100 の製造方法は、シャフト 40 においてロータコア 10 の他端側に位置する第 2 圧入部 41 b を、治具 50 に支持された平板状の第 2 端板 30 の第 2 貫通孔 31 に圧入する工程をさらに有する。第 1 圧入部 41 a の外周面には第 1 突起 42 が形成されている。第 1 貫通孔 21 は断面真円状に形成されている。第 2 圧入部 41 b は断面真円状に形成されている。第 2 貫通孔 31 の内周面には第 2 突起 34 が形成されている。この構成によれば、第 1 端板 20 とシャフト 40 との間の固定力を第 1 突起 42 によって確保することができ、第 2 端板 30 とシャフト 40 との間の固定力を第 2 突起 34 によって確保することができる。

[0050] 本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、IPM 方式のロータ 100 を例に挙げたが、本発明は、SPM (Surface Permanent Magnet) 方式、コンシクエント方式、インセット方式などの種々の方式のロータに適用可能である。

## 符号の説明

[0051] 10 ロータコア、10 a、10 b 端面、11 電磁鋼板、12 貫通孔、13 磁石挿入孔、14 永久磁石、20 第 1 端板、20 a 外周側

端部、20b 内周側端部、21 第1貫通孔、22 平板部、23 反り部、30 第2端板、30a 外周側端部、30b 内周側端部、31 第2貫通孔、32 平板部、33 反り部、34 第2突起、40 シャフト、41 大径部、41a 第1圧入部、41b 第2圧入部、42 第1突起、43 凹部、50 治具、51 平面部、51a 内周縁部、52 穴部、53 テーパ面、54 隙間、100、200 ロータ、201、202 隙間。

## 請求の範囲

### [請求項1]

ロータコアと、  
前記ロータコアの軸方向において前記ロータコアの端部に設けられた端板と、  
前記ロータコア及び前記端板のそれぞれを前記軸方向に沿って貫通したシャフトと、  
を備え、  
前記端板は、前記ロータコアに接触した環状の平板部と、前記平板部よりも内周側に設けられ前記シャフトに接触した反り部と、を有しており、  
前記反り部は、前記端板の径方向断面において、前記平板部から離れるほど前記ロータコアから離れるように反っている回転電機のロータ。

### [請求項2]

ロータコアが取り付けられたシャフトにおいて前記ロータコアの一端側に位置する第1圧入部を、治具に支持された平板状の第1端板の第1貫通孔に圧入する工程を有し、  
前記治具は、  
前記第1端板を支持する平面部と、  
前記平面部に囲まれた位置に形成され、前記第1貫通孔の直径及び前記第1圧入部の直径のいずれよりも大きい直径を有し、前記平面部と垂直な方向に延伸した穴部と、  
前記穴部の内周面と前記平面部との間に形成されたテーパ面と、  
を有している回転電機のロータの製造方法。

### [請求項3]

前記第1圧入部の外周面には第1突起が形成されており、  
前記第1貫通孔は断面真円状に形成されている請求項2に記載の回転電機のロータの製造方法。

### [請求項4]

前記第1圧入部は断面真円状に形成されており、  
前記第1貫通孔の内周面には第2突起が形成されている請求項2に

記載の回転電機のロータの製造方法。

[請求項5]

前記シャフトにおいて前記ロータコアの他端側に位置する第2圧入部を、前記治具に支持された平板状の第2端板の第2貫通孔に圧入する工程をさらに有し、

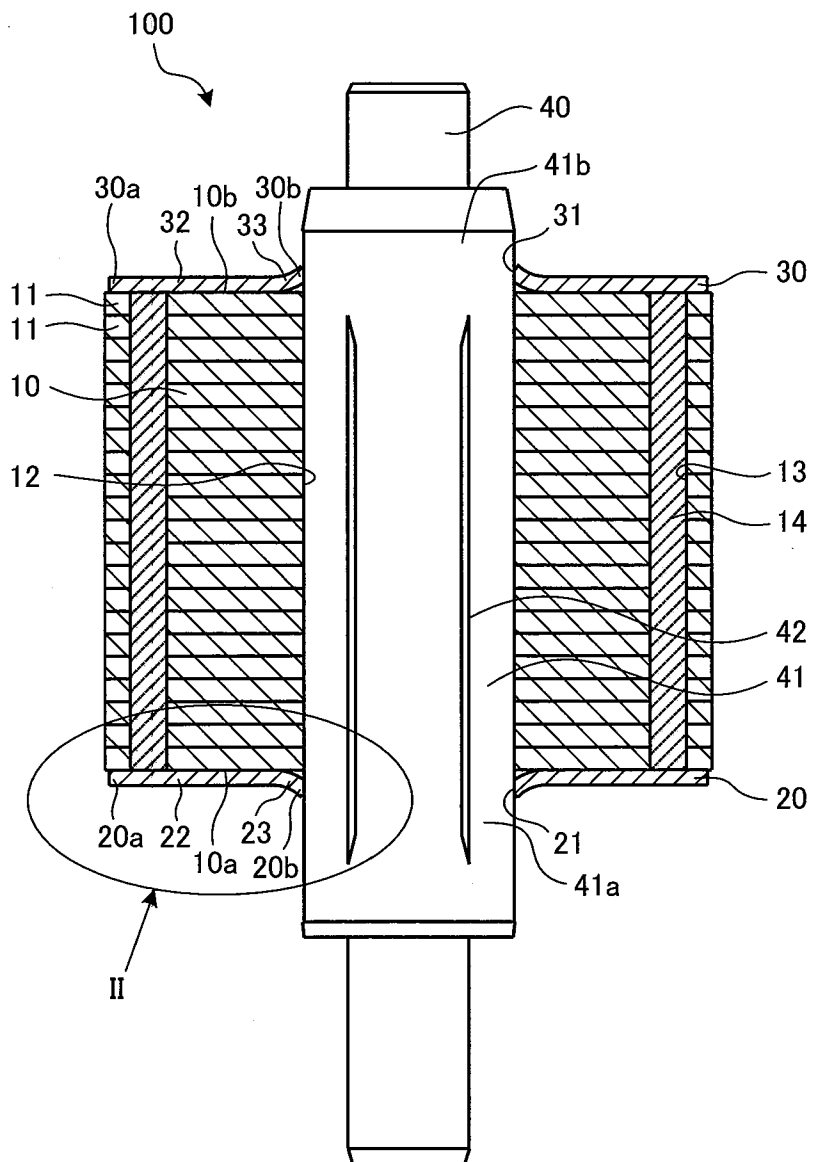
前記第1圧入部の外周面には第1突起が形成されており、

前記第1貫通孔は断面真円状に形成されており、

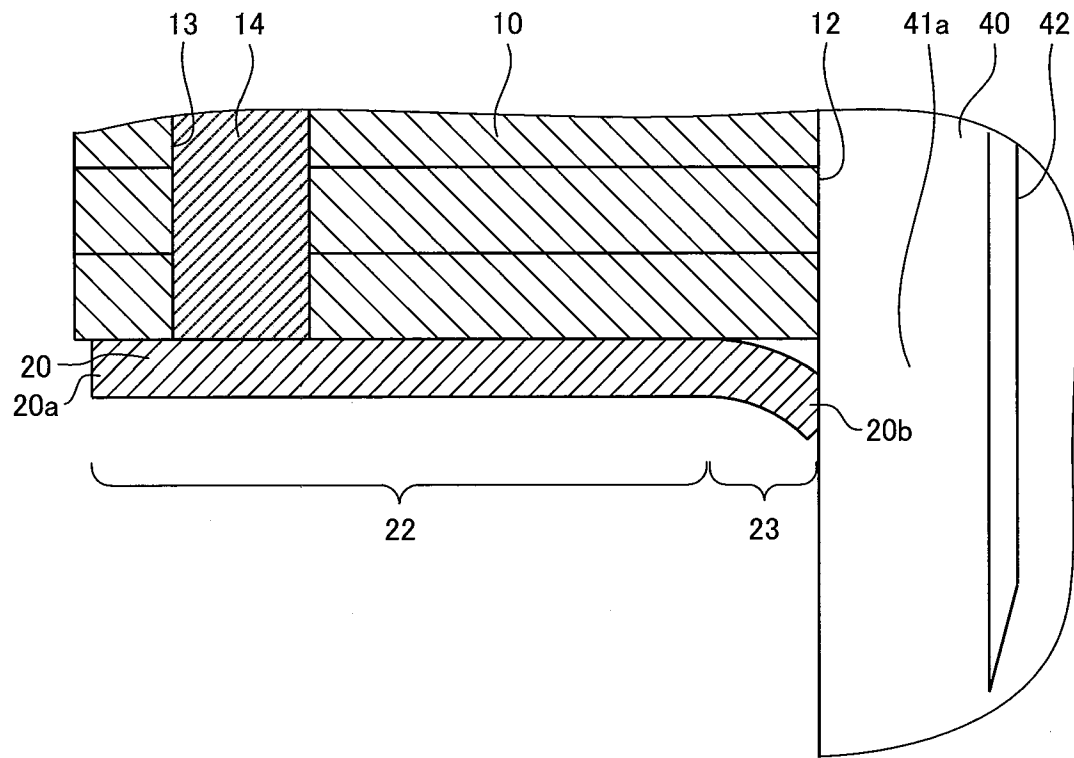
前記第2圧入部は断面真円状に形成されており、

前記第2貫通孔の内周面には第2突起が形成されている請求項2に記載の回転電機のロータの製造方法。

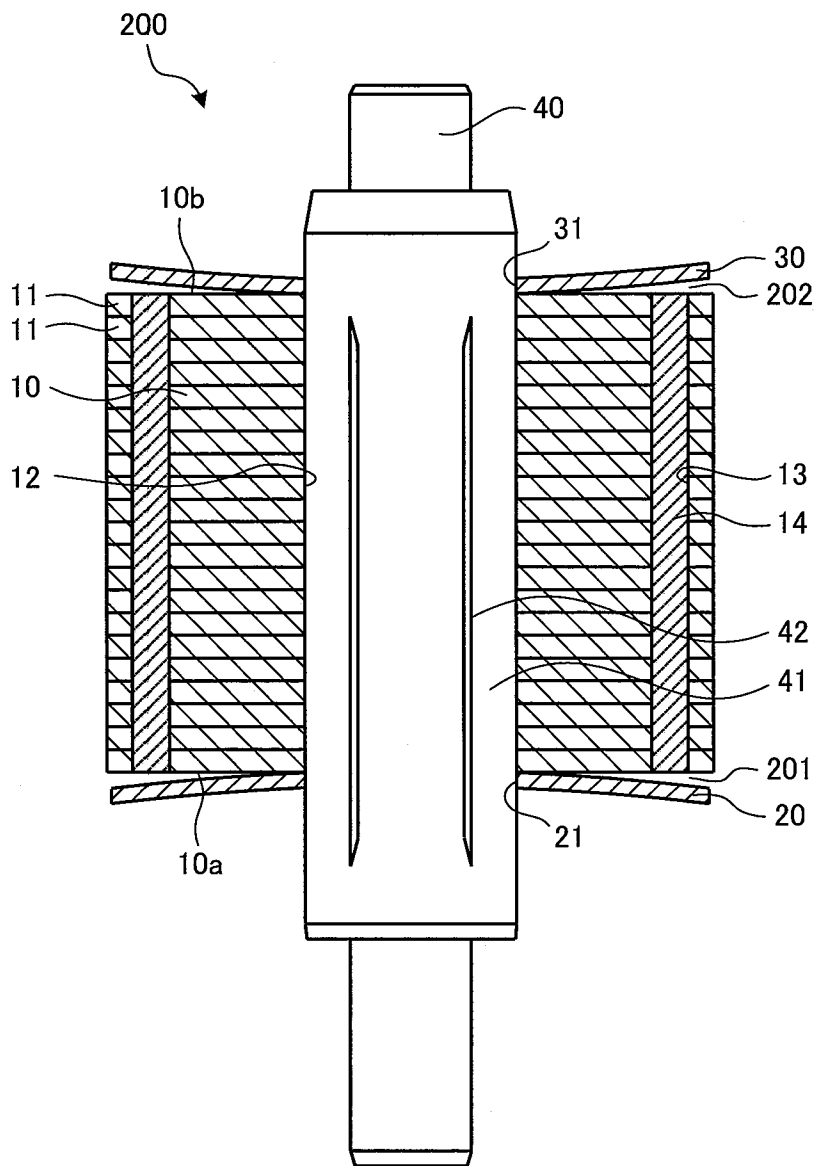
[図1]



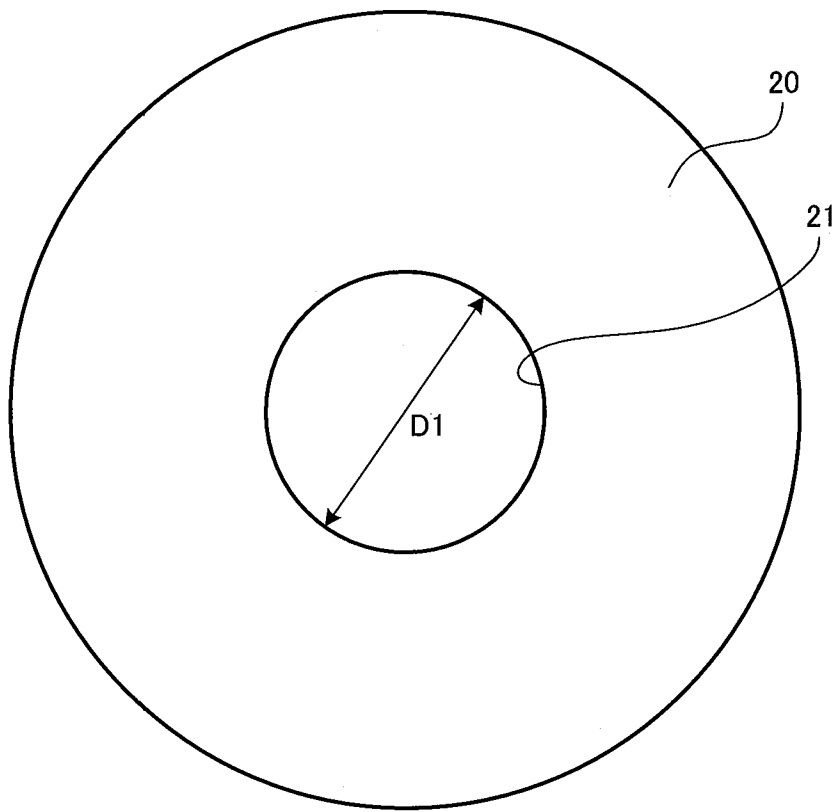
[図2]



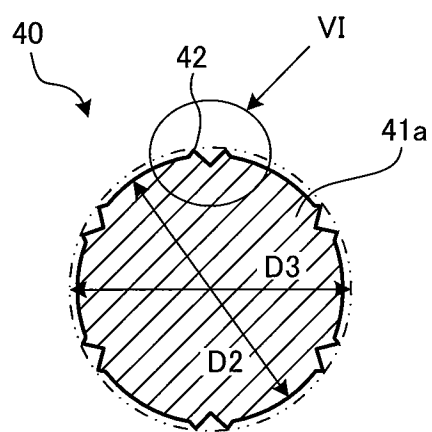
[図3]



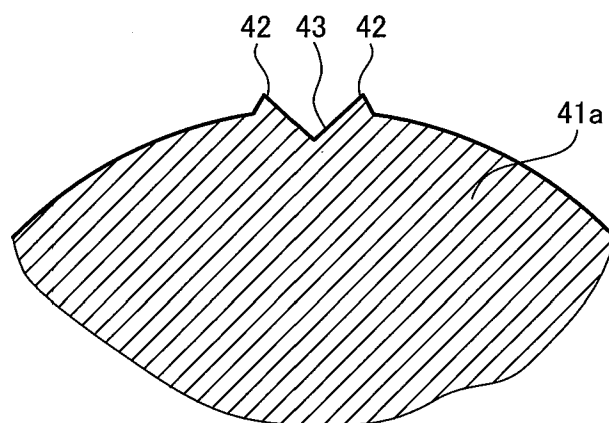
[図4]



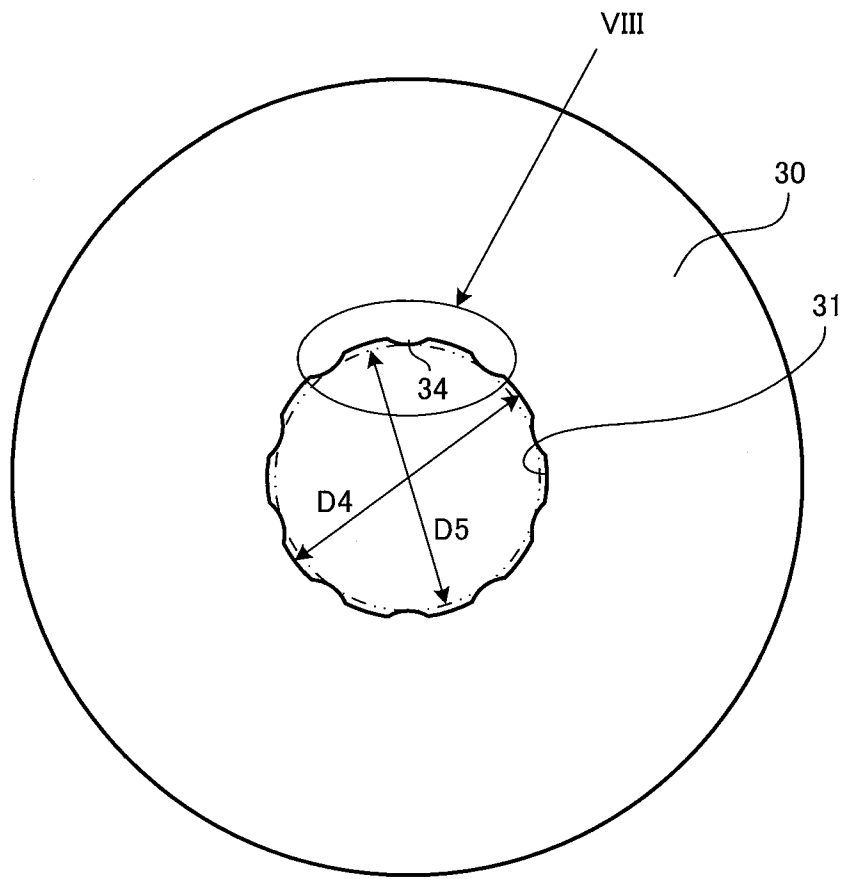
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

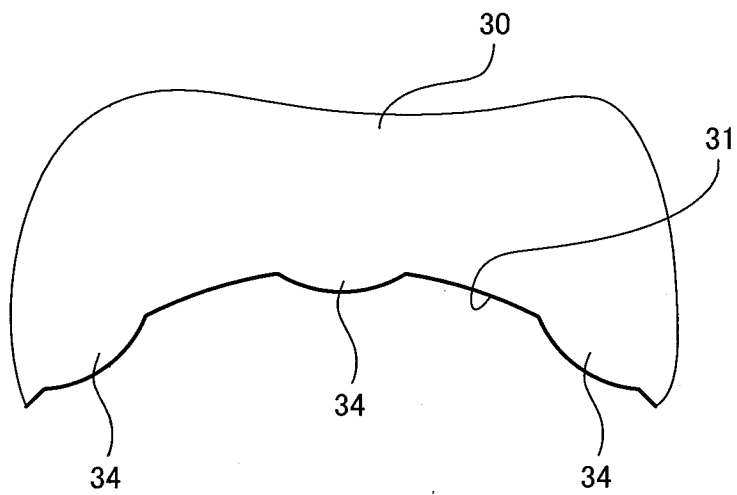
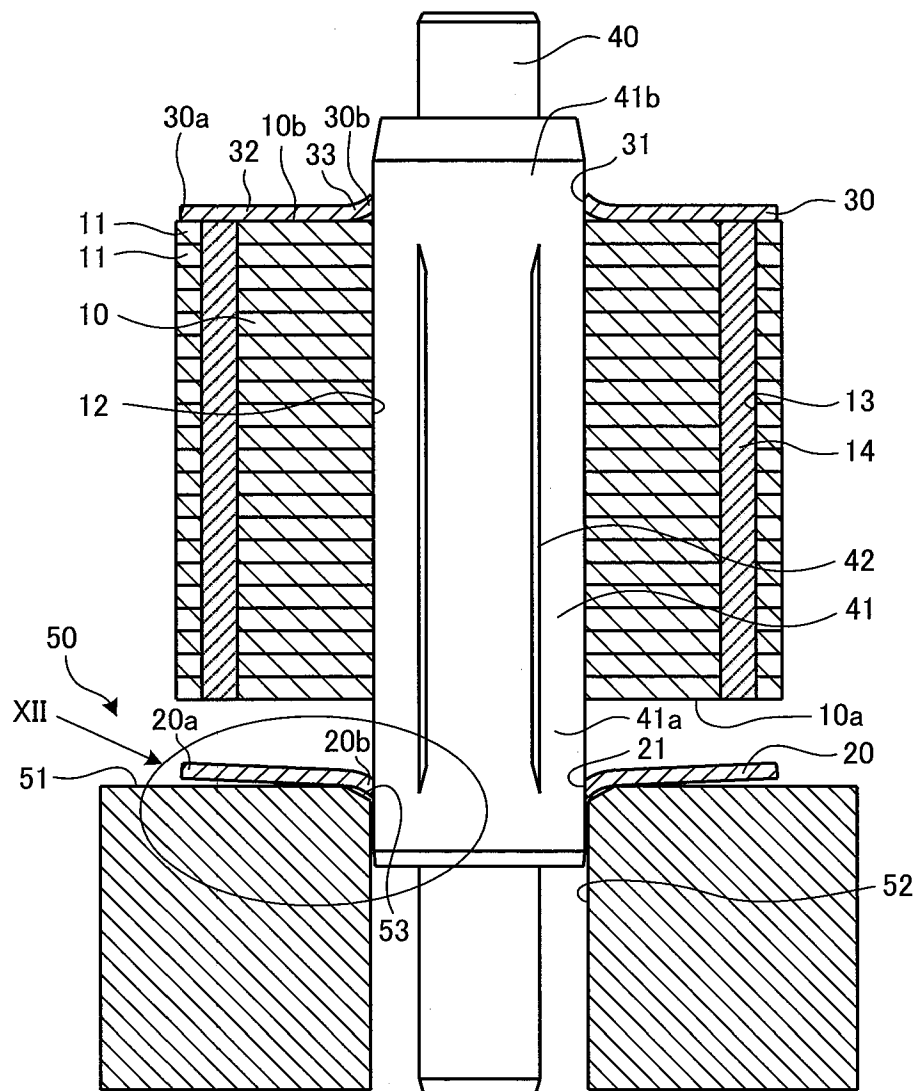


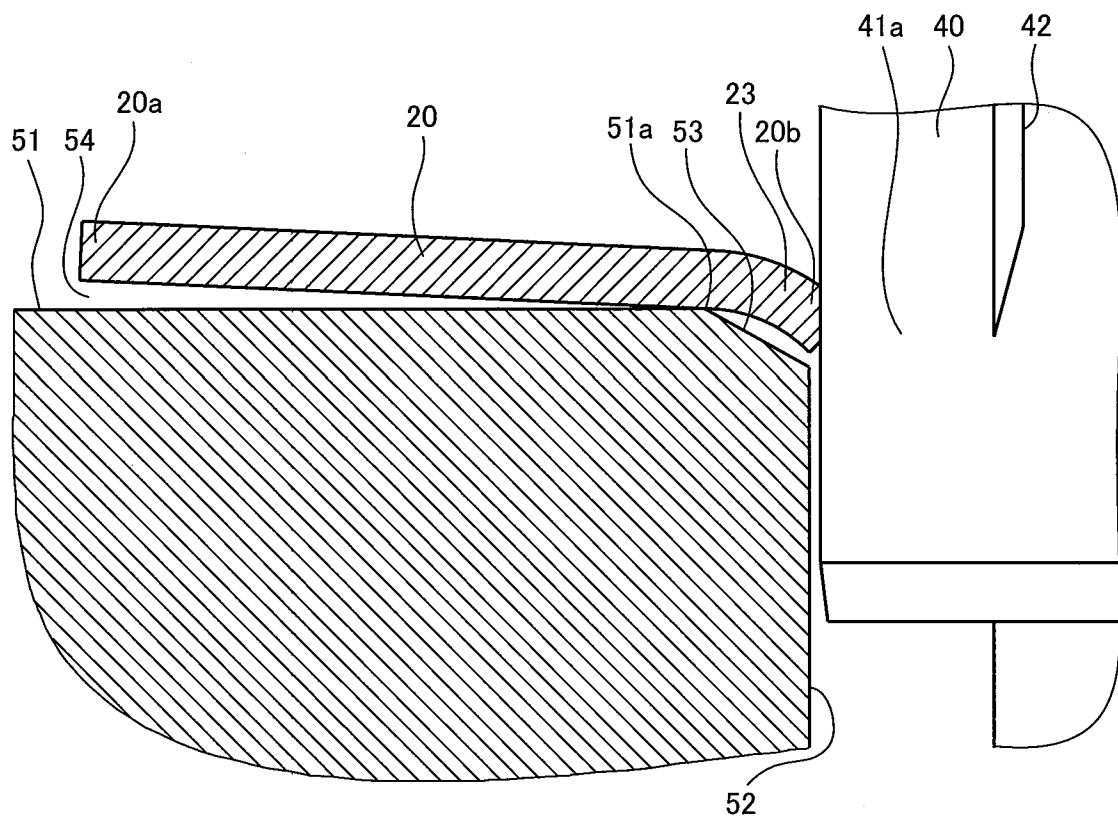
Diagram of a circular component 40. A diameter line is drawn across the circle, labeled D6. A feature 41b is indicated on the right side of the circle.

This diagram illustrates a mechanical assembly in cross-section. A central shaft (40) is shown passing through two main components. The upper component (30) features a top flange (41b) and a main body (31). It is surrounded by a multi-layered structure (10a) consisting of layers 11, 10, and 12. The lower component (20) has a bottom flange (21) and a main body (20a, 20b). It is surrounded by a multi-layered structure (50) consisting of layers 51, 53, and 52. Dimensions D1, D2, and D7 are indicated. Various other parts are labeled with numbers like 30a, 32, 33, 30b, 41a, 42, 41, 10b, 11, 10, 12, 13, 14, 42, 41, 51, 20a, 20b, 53, 52, and 50.

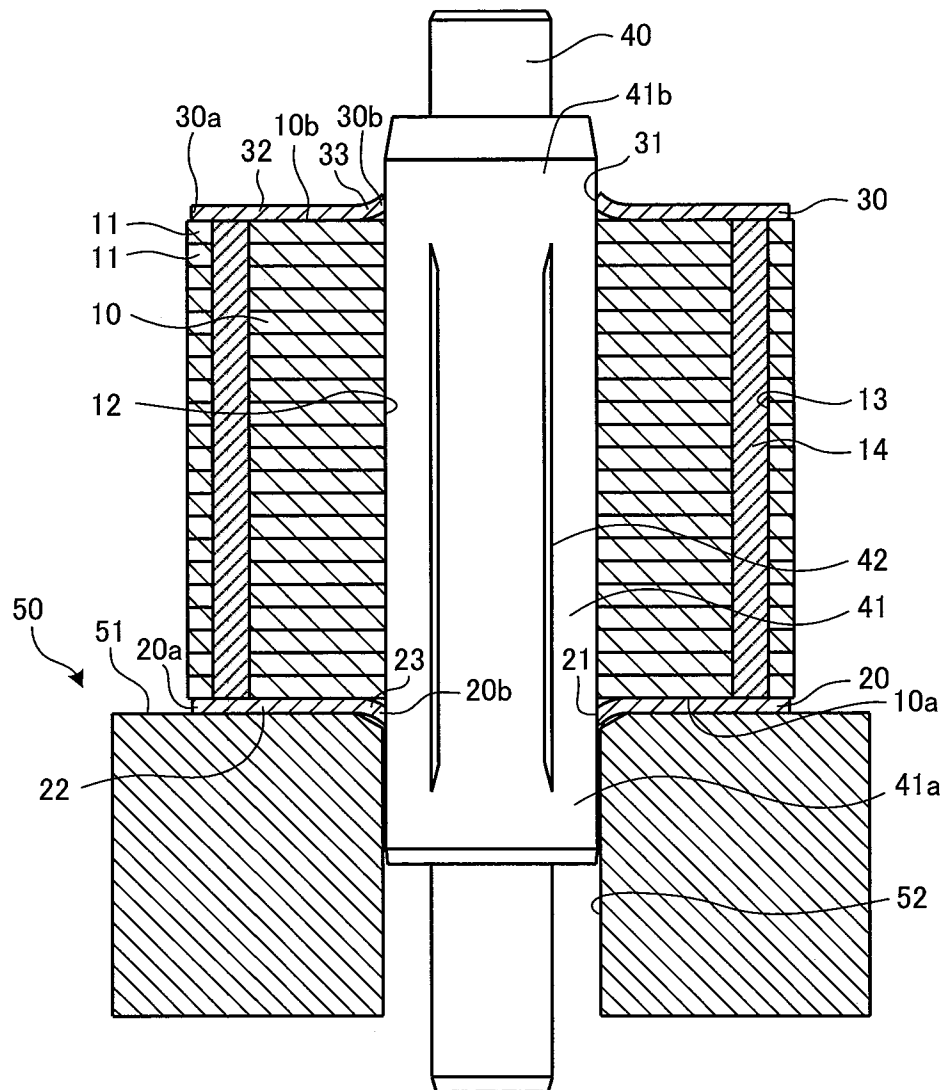
[図11]



[図12]



[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/027569

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K1/28(2006.01) i, H02K1/27(2006.01) i, H02K15/02(2006.01) i, H02K15/03(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02K1/28, H02K1/27, H02K15/02, H02K15/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2019 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2008-178253 A (FANUC LTD.) 31 July 2008, paragraphs [0028]-[0035]<br>& US 2008/0174200 A1, paragraphs [0048]-[0055] & EP 1947758 A2 & CN 101227125 A | 1-5                   |
| A         | JP 2005-295744 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 20 October 2005, paragraphs [0008]-[0020]<br>(Family: none)                                                   | 1-5                   |
| A         | JP 2018-182795 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 15 November 2018, paragraphs [0009]-[0032]<br>(Family: none)                                                  | 1-5                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                          |                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>15.08.2019                                                  | Date of mailing of the international search report<br>27.08.2019 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No.                          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/027569

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2016-201896 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 01 December 2016, paragraphs [0013]-[0025]<br>(Family: none) | 1-5                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/28(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K15/02(2006.01)i, H02K15/03(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/28, H02K1/27, H02K15/02, H02K15/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                   | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2008-178253 A (ファナック株式会社) 2008. 07. 31, [0028]-[0035]<br>& US 2008/0174200 A1, [0048]-[0055] & EP 1947758 A2 & CN 101227125<br>A | 1-5            |
| A               | JP 2005-295744 A (日産自動車株式会社) 2005. 10. 20, [0008]-[0020]<br>(ファミリーなし)                                                               | 1-5            |
| A               | JP 2018-182795 A (日産自動車株式会社) 2018. 11. 15, [0009]-[0032]<br>(ファミリーなし)                                                               | 1-5            |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

|                                                               |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| * 引用文献のカテゴリー                                                  | の日の後に公表された文献                                                        |
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの     |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                        | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                     |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                     | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                  |                                                                     |

国際調査を完了した日

15. 08. 2019

国際調査報告の発送日

27. 08. 2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮崎 賢司

3 V

3 2 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                        |                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                      | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2016-201896 A (トヨタ自動車株式会社) 2016. 12. 01,<br>[0013]-[0025] (ファミリーなし) | 1 - 5          |